N° 17. **Ernst Sutter,** Basel. — Radar-Beobachtungen über den Verlauf des nächtlichen Vogelzuges [1]. (Mit 4 Abbildungen.)

(Naturhistorisches Museum Basel.)

Im Herbst 1956 wurden vom 7. bis 22. Oktober an den Radargeräten des Flughafens Zürich-Kloten Beobachtungen ausgeführt, die abklären sollten, ob das Radarbild für die Vogelzugforschung, namentlich für die quantitative Erfassung des Zuges, verwendbar ist. Im Sinne einer vorläufigen Mitteilung seien hier unsere Erfahrungen über die von der neuen Methoden gebotenen Möglichkeiten sowie einige erste Ergebnisse, soweit sie den nächtlichen Vogelzug betreffen, bekanntgegeben. Ein Bericht über den allgemeinen Verlauf des Unternehmens mit ausführlicheren technischen und methodischen Angaben wird an anderer Stelle (Sutter, 1957) erscheinen.

Es wurde hauptsächlich am Überwachungsradar (Cossor Airfield Control Radar) gearbeitet, wobei der Schirm auf die minimale Radialdistanz von 10 naut. Meilen (18,5 km) eingestellt war. Die während der Umdrehung des Radarstrahles auf dem dunklen Schirm aufleuchtenden Echomarken registrierten wir mit einer Robotkamera, indem durchschnittlich alle 5 Minuten eine Zeitaufnahme von 1—3 Min. Exposition ausgelöst wurde. Man erhält so in Form eines Striches oder einer Punktreihe den Flugweg, den jedes vom Radar erfasste Objekt in der entsprechenden Zeiteinheit zurückgelegt hat, und kann daraus Flugrichtung und -geschwindigkeit ermitteln. Die Zeitbilder wurden in der Regel kombiniert mit unmittelbar anschliessenden „Momentbildern", auf die bei 12 Sek. Exposition zwei Umgänge des Strahles entfallen. Die Echos erscheinen dann als Punkte, die sich zur Bestimmung der Zugdichte besser auszählen lassen als die oft sich überdeckenden Marken der Zeitbilder. Die Untersuchungen liefen tags und nachts; kürzere oder länger Unterbrüche infolge anderweitiger Beanspruchung des Gerätes ergaben sich meist vormittags und am frühen Nachmittag.

[1] Ausgeführt mit Unterstützung des Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

An den Arbeiten beteiligten sich die Zürcher Kantonsschüler Urs Bleuler, Ralf Bloch, Hansjörg Glattfelder, Hans Glättli, Thomas Gröber, Hans Rud. Gujer, Beat Kehrer, Peter Nipkow, Hansruedi Stucki und Peter Zingg. Für die Erlaubnis, den Radar benützen zu dürfen, sind wir der Leitung des Flugsicherungsdienstes der Radio Schweiz AG. zu grossem Dank verpflichtet.

Das Radarbild lässt uns den Vogelzug in einem Beobachtungsfeld von gut 30 km Durchmesser verfolgen, erlaubt aber keine direkten Schlüsse auf Art und Anzahl der Durchzügler. Es registriert Vogelschwärme als Einheit und vermittelt so bloss einen groben Überblick über die Zugbewegung als Ganzes. Diese hat allerdings Ausmasse, die einen Verzicht auf Einzelheiten tragbar erscheinen lassen, wenigstens für die Bearbeitung von Fragen allgemeiner Art. Zu beachten ist ferner, dass das von uns verwendete Gerät besser auf hoch als auf niedrig fliegende Vögel anspricht, was ergänzende Beobachtungen über den bodennahen Zug notwendig machen würde, um ein vollständiges Bild zu erhalten.

Gesamtbild des Nachtzuges

In welchem Sinne die Verhältnisse bei Nacht von dem uns vertrauten Bild des Tagzuges abweichen, scheint sich aus den Radaraufnahmen recht deutlich erschliessen zu lassen (Abb. 1, 2). Bei Tage sind die Echos sehr prägnant, und zwar nicht nur, wenn starke Krähen- und Taubenflüge unterwegs sind, sondern auch, wie aus den vergleichsweise angestellten Feldbeobachtungen hervorgeht, bei Kleinvogelzug. Nachts dagegen erhält man wesentlich feinere, darunter oft kaum angedeutete Echopunkte, die im Zeitbild teils zu einem deutlichen Strich sich zusammenschliessen, teils nur eine lockere Reihe bilden oder auch vereinzelt bleiben. Zugleich ist ihre Anzahl im Durchschnitt beträchtlich höher, der Abstand zwischen den Punkten geringer als am Tag. Bei schlechter Abstimmung der Apparatur wird der Nachtzug nicht oder nur schattenhaft erfasst, während der Tagzug noch wenigstens schwache Echomarken liefert.

Aus diesen Umständen folgern wir, dass die vom Radar registrierten Vogelgruppen im einen Fall eine grössere, im andern eine geringere, nahe der Empfindlichkeitsschwelle liegende Dichte aufweisen. Gegenüber der tagsüber meist im geschlossenen Trupp

oder Schwarm erfolgenden Wanderbewegung müsste nachts für die hauptsächlich beteiligten Sperlingsvögel ein Flug in nur lockerem Verband angenommen werden, wobei eine mehr oder weniger ausgeprägte Gruppenbildung aber wohl doch beibehalten wird. Dafür sprechen die im Radarbild recht deutlich abgezeichneten Einzelflugbahnen. Zum gleichen Ergebnis kam Siivonen (1936) bei Erhebungen über die Frequenz der Zugrufe von Drosseln, während nach der Mondbeobachtungsmethode ermittelte Daten (Lowery und Newman, 1955) im Frühling überhaupt keine, im Herbst eine anscheinend nur mässige Tendenz zum Gruppenflug erkennen

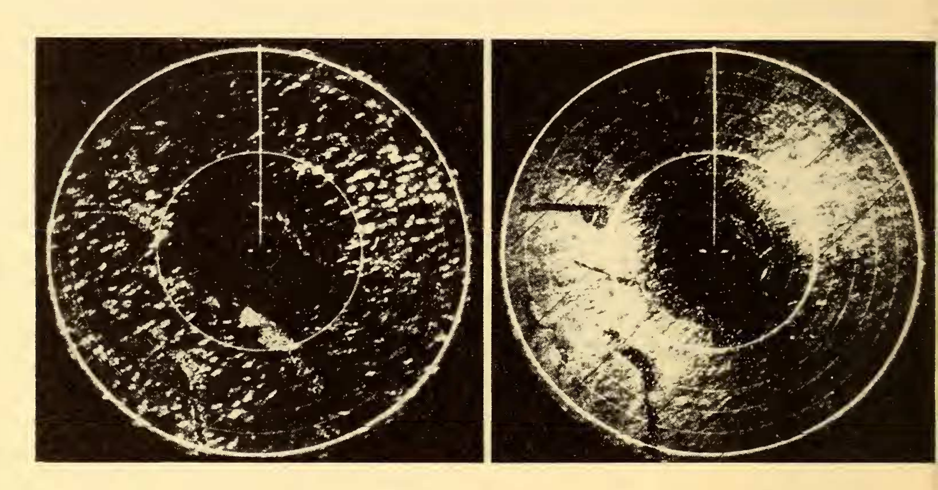


Abb. 1. Abb. 2.

Aspekt des Vogelzuges im Radarbild am Tage und bei Nacht.
Abb. 1: 15. Oktober 1956, 10.11 h, Exposition 1 Minute, mittlere Zugdichte.
Abb. 2: 21. Oktober 1956, 23.24 h, Exposition 1 Minute, hohe Zugdichte.
Die senkrechte Linie weist nach Norden, die Kreise geben die Distanz in naut. Meilen (1,85 km) an, wobei der 5-Meilen- und der 10-Meilen-Kreis (aussen) stärker hervorgehoben sind. Auf allen Aufnahmen bleibt das Mittelfeld leer, da die Echos infolge Dämpfung ausfallen. Eine ebenfalls technisch bedinkte Lücke tritt im NW- und SE-Sektor auf: Das Zentrum kreuzende Flugbahnen werden am besten, tangential gelegene dagegen schlechter oder gar nicht erfasst. Dieser Effekt kann eine Zentrierung der Flugrichtungen auf den Mittelpunkt resp. Radarsender vortäuschen. Für die festen Echos vergleiche Abb. 4 F.

lassen. Immerhin stimmen die verschiedenen Auffassungen darin überein, dass nachts eng gescharte Flüge selten sind und die Vögel dafür im gesamten sich gleichmässiger im Luftraum verteilen (von den teils abweichenden Verhältnissen bei Non-Passeres sehen wir hier ab).

Zeitlicher Ablauf des Zuges

Quantitative Daten über den nächtlichen Zug sind bisher durch Zählen der Flugrufe oder der vor dem Mond durchfliegenden Vögel gewonnen worden. Namentlich die Mondbeobachtung, von Lowery (1951; ferner Lowery und Newman, 1955) auf breiter Basis zu einer sehr leistungsfähigen Methode ausgebaut, brachte einen entscheidenden Fortschritt. Die ersten Erfahrungen am Radar lassen erwarten, dass er die andern Untersuchungen in mancher Hinsicht zu ergänzen vermag und auch günstige Voraussetzungen für das vergleichende Studium der Zugbewegung im Tages- und Nachtrhythmus bietet.

Ausgewertet wurden die eingangs erwähnten Momentbilder, indem in der Gegend des 5-Meilen-Kreises Felder ausgezählt wurden, die einer Fläche von 2 : 2 Meilen entsprechen. Am günstigsten erwies sich eine quer zur Hauptzugrichtung gelegte Maske im Verhältnis 1: 4 Meilen. Pro Bild führten wir im NE- und im SW-Sektor mindestens je eine Zählung aus und mittelten das Ergebnis. Unter der Annahme, dass die Vögel in 5 Min. durchschnittlich 2 naut. Meilen zurücklegen, erhält man so die Anzahl Echopunkte, die innert 5 Min. eine Front von 2 Meilen (3,7 km) Länge queren. Zur Ermittlung der Zugfrequenz innert 30 Min. standen jeweils 2 bis 6, im Durchschnitt 4 Aufnahmen zur Verfügung. Die Zahl der Punkte pro Zählfeld lag bei mässigem Zug um 20 bis 30 und und erreichte bei grösster Dichte 240; den hier wiedergegebenen Diagramm liegen über 70 000 Einzelwerte zugrunde.

Da die Echos ungleich markiert und zuweilen nicht deutlich voneinander abgesetzt sind, zudem die Empfindlichkeit des Gerätes gewissen Schwankungen unterliegt, können die Zählungen nur Näherungswerte liefern. Besonders bei dichter Scharung der Punkte, verbunden mit Überdeckungen, ergeben sich Unsicherheiten, und hohe Zugdichten dürften gegenüber niederen allgemein etwas unterbewertet werden.

Die Frequenzdiagramme in Abb. 3 weisen auf eine bemerkenswerte Variabilität von Nacht zu Nacht, lassen aber auch einige gemeinsame Züge erkennen: In mehr oder weniger steilem Anstieg wird das Maximum gewöhnlich vor Mitternacht erreicht, worauf die Frequenz abzufallen beginnt und nach 4 Uhr morgens meist nur noch geringe Werte aufweist. Mit einer Ausnahme ist der

nächtliche Zugstrom vom frühmorgens einsetzenden Tagzug, der sich schon vor 6 Uhr als noch ungeordnete Bewegung ankündigen kann, deutlich abgesetzt. Verglichen mit dem Zugverlauf am Tage dauert die Hauptwanderzeit länger an, ohne sich jedoch auf die ganze Nacht zu erstrecken.

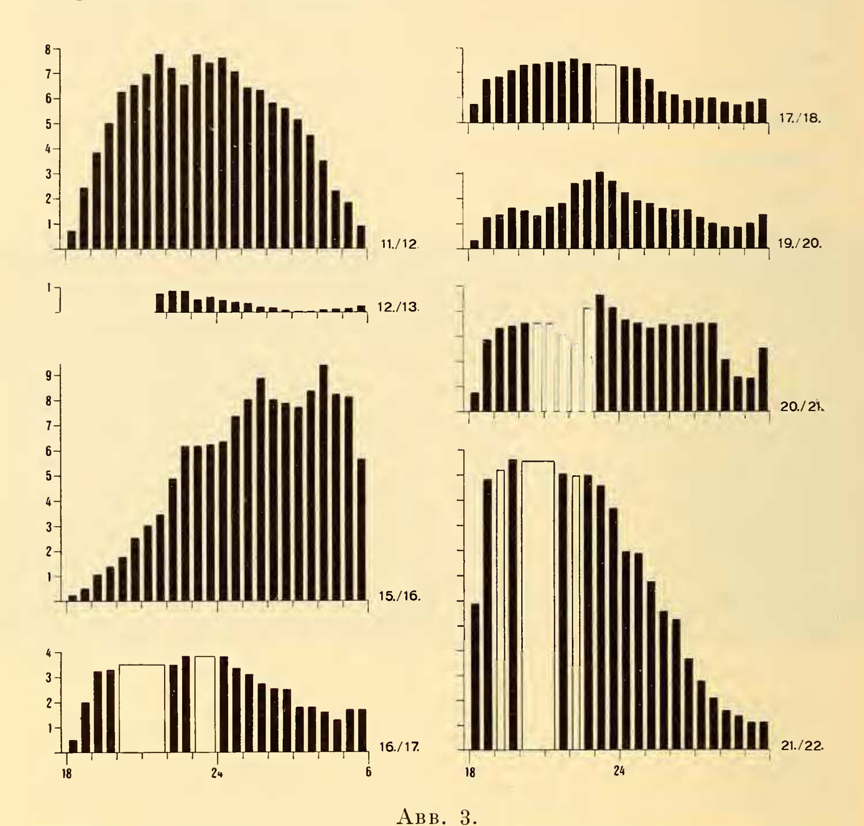


Abb. 3.

Nächtliche Zugfrequenz vom 11. bis 22. Oktober 1956. Ordinateneinheit: Anzahl Echos in Hunderten auf eine Zugfrontbreite von 2 naut. Meilen (3,7 km) für je ½ Stunde. Abszisse: Zeit in Stunden von 18 bis 06 Uhr. Wo die Unterlagen eine genaue quantitative Auswertung nicht zuliessen, ist durch weisse Säulen die geschätzte Zugfrequenz als Minimalwert angegeben. Am 12./13. begann die Beobachtung erst 21.30 h, am 18./19. war fast keine Bewegung festzustellen und die Nächte vom 13./14. und 14./15. fielen infolge technischer Störung aus.

Wir kommen somit zu ganz entsprechenden Feststellungen wie Lowery (1951). Mit dessen Mittelkurve, die sich allerdings auf den Frühjahrszug bezieht, stimmt besonders schön unser Diagramm

vom 11./12. Oktober überein. Mit Blick auf die Wetterlage haben wir den Eindruck, dass dieses tatsächlich dem Normalbild am nächsten kommen dürfte und abweichende Verhältnisse wie am 15./16. und 21./22. aus den besonderen meteorologischen Umständen gedeutet werden können. Auf eine derartige Analyse muss hier verzichtet werden. Es sei lediglich erwähnt, dass am 18./19., nach Regenfall während des ganzen Tages bis 20 Uhr, der Nachtzug praktisch ausfiel, während am 20./21., als von 22 Uhr bis in den frühen Morgen Regenfelder von grosser und geringerer Ausdehnung das Gebiet durchzogen, eine erhebliche Zugdichte erreicht wurde. Gerade in solchen Situationen leistet der Radar vorzügliche Dienste.

Ob die vom Radarbild abgeleiteten Frequenzdiagramme die wirklichen Verhältnisse zutreffend wiedergeben, darf aber noch nicht als erwiesen gelten. Wir schliessen dies vorläufig aus der generellen Übereinstimmung mit Befunden, die nach der Mondbeobachtungsmethode, nach den Zugrufen (Siivonen, 1936; Vleugel, 1954) sowie durch Registrierung der nächtlichen Zugunruhe gekäfigter Vögel (Merkel, 1956; Palmgren, 1944; Wagner, 1937) erhoben wurden. Es sind deshalb parallel durchgeführte Beobachtungen nach verschiedenen Methoden geplant, um deren Vergleichbarkeit prüfen und die jeder einzelnen gesetzten Grenzen umreissen zu können. Daneben wären unter Mitarbeit von Radarfachleuten auch die Voraussetzung näher abzuklären, unter denen Vögel verschiedener Grösse einzeln oder im Verband ein Echo entstehen lassen (vgl. Bonham und Blake, 1956).

Zugrichtung

Aus den Zeitaufnahmen, die Flugstrecken ein- oder mehrminütiger Dauer wiedergeben, können recht schön die eingehaltenen Flugrichtungen abgelesen werden. Die Bilder eignen sich speziell für einen raschen Überblick, während eine feinere quantitative Auswertung mühsam und zeitraubend ist; um z. B. in der Gegenrichtung, nach NE ziehende Flüge zu erkennen, bedarf es des exakten Vergleichs unmittelbar aneinander anschliessender Aufnahmen.

Anhand eines Beispieles seien einige Probleme angedeutet, deren Bearbeitung am Radarmaterial sich aufdrängt (Abb. 4). Beim

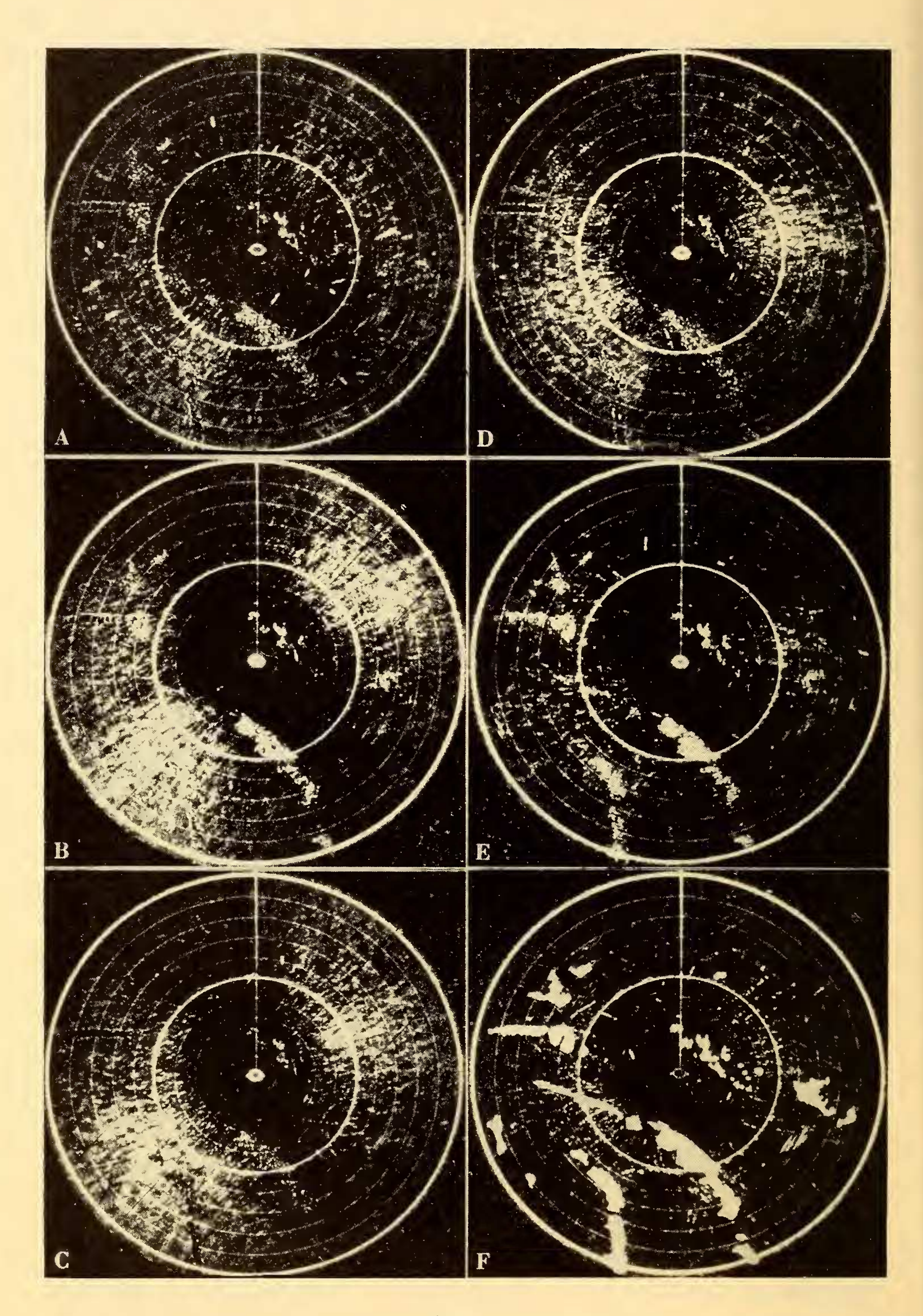


ABB. 4.

Drehung der mittleren Zugrichtung im Laufe der Nacht; 11./12. Oktober 1956, A 19.15 h, B 21.30 h, C 0.25 h, D 2.35 h, E 3.59 h, F 5.24 h; A—E Exposition 1 Minute, F 2 Minuten. Die festen, von Bergen und Hügelzügen herrührenden Echos, die bei der Beurteilung der Bilder zu berücksichtigen sind, treten besonders klar bei F hervor; nach Möglichkeit werden sie mittels der MTI-Vorrichtung eliminiert.

Betrachten der Serie vom 11./12. Oktober fällt vor allem die im Laufe der Nacht auftretende Drehung der Hauptrichtung von NE-SW nach E-W auf. Entsprechend den Vorstellungen von VLEUGEL (1954) könnte man an einen Einfluss des Windes denken. Der Wetteranalyse von Herrn A. URFER vom Flugwetterdienst Kloten, der die Bearbeitung der meteorologischen Daten übernommen hat, entnehmen wir folgende Stichworte: Hochdruckwetterlage in Mittel- und Westeuropa, ab 21 h Bildung einer ausgedehnten Nebelschicht vom Boden bis 750—900 m ü. M. Bis zur Nebelobergrenze nachts windstill oder variable Winde von 2—6 km/h. Über dem Nebel bis 1500 m ü. M. von 19 h bis 01 h langsame, progressive Winddrehung von SE über S nach WSW (140°—250°), Windgeschwindigkeit 6—12 km/h; nach 01 h SW-Strömung (220°—250°) von 10—15 km/h.

Unter der Annahme, die Vögel seien über dem Nebel gezogen (was bei entsprechender Lage am Tage die Regel ist, vgl. SUTTER, 1957), hätte sich somit die Richtung des Zuges im gleichen Sinne, aber um einen geringeren Winkelbetrag verschoben wie diejenige der Luftströmung. Schätzungen der mittleren Zugrichtung, die hier wie beim Wind nach der Herkunft bezeichnet sei, ergaben um 19 h etwa 50°, bis 01 h eine Drehung auf 70° und bis 05 h auf 80°—85°. Gegenüber dem zeitlichen Ablauf und Betrag der Winddrehung bleibt also doch nur eine entfernte, vielleicht zufällige Beziehung. Eine Schwenkung der Zugachse nach rechts, von Süden nach Westen, trat in fast jeder Nacht auf, so dass möglicherweise eine ähnliche Erscheinung vorliegt, wie sie TINBERGEN (1956) für Buchfinken angibt, die im Laufe des Vormittags zur Linksdrehung neigen. Bevor das ganze Material gründlich geprüft und in weiteren Zugperioden vermehrt worden ist, sind aber Deutungsversuche noch verfrüht.

Nur kurz vermerkt sei die Beobachtung, dass ausser einer oft starken Streuung sich häufig zwei Hauptrichtungen abzeichnen, eine mehr südliche und eine vorwiegend südwestliche (vgl. Abb. 4 B, C, D). Diese beiden Zugströme scheinen auch in ihrem zeitlichen Ablauf eine gewisse Selbständigkeit zu wahren. Ob an ihnen verschiedene Arten oder Vögel verschiedener Herkunft beteiligt sind, oder ob es sich um Bewegungen in verschiedener Höhe handelt, wissen wir noch nicht.

Bestimmungen der Flughöhe konnten 1956 nur vereinzelt ausgeführt werden. 5 Stichproben um Mitternacht ergaben Werte zwischen 150 und 450 m unter Bevorzugung der Höhenlage von etwa 200—300 m über dem Boden. In der Nacht vom 19./20. Oktober erreichten viele kaum 50 m und die Mehrzahl blieb unter 200 m. Diese Erhebungen geben jedoch ein einseitiges Bild, da das verwendete Gerät zur Zeit unserer Untersuchungen offenbar nicht empfindlich genug war, um wesentlich höher fliegende, lockere Vogelgruppen zu registrieren. Wir hoffen später zur wichtigen Frage der Flughöhe zuverlässigere Unterlagen sammeln zu können.

Nachdem das Studium des nächtlichen Vogelzuges in jüngster Zeit durch Arbeiten verschiedenster Richtungen mächtig in Fluss gekommen ist und auch in den Fragen der Navigation und Orientierung entscheidende Fortschritte erziehlt worden sind (Sauer, 1957), wird die Erweiterung der Forschungsmethoden durch neue Hilfsmittel von besonderem Nutzen sein. Die Hinweise auf die Auswertungsmöglichkeiten des Radarbildes möchten auf ein solches aufmerksam machen und ganz besonders zu ähnlichen Untersuchungen anregen, denn bei einem so weiträumigen Geschehen, wie es der Vogelzug darstellt, lässt sich jede Arbeitsmethode erst im Zusammenwirken mehrerer Beobachtungsstationen voll ausschöpfen.

LITERATUR

Bonham, L. L. and L. V. Blake. 1956. *Radar echoes from birds and insects.* Scientific Monthly 82: 204-209.

Lowery, G. H. 1951. *A quantitative study of the nocturnal migration of birds.* Univ. Kansas Publ. Nat. Hist. 3: 361-472.

— and R. J. Newman. 1955. *Direct studies of nocturnal bird migration.* In: Recent Studies Avian Biology, Urbana, pp. 238-263.

Merkel, F. W. 1956. *Untersuchungen über tages- und jahresperiodische Aktivitätsänderungen bei gekäfigten Zugvögeln.* Z. Tierpsychol. 13: 278-301.

Palmgren, P. 1944. *Studien über die Tagesrhythmik gekäftigter Zugvögel.* Z. Tierpsychol. 6: 44-86.

Sauer, F. 1957. *Astronavigatorische Orientierung einer unter künstlichem Sternenhimmel verfrachteten Klappergrasmücke, Sylvia c. curruca* (L.). Naturwiss. 44: 71.

Siivonen, L. 1936. *Die Stärkevariation des nächtlichen Zuges bei Turdus ph. philomelos* Brehm *und T. musicus* L., *auf Grund der Zuglaute geschätzt und mit der Zugunruhe einer gekäfigten Singdrossel verglichen.* Ornis Fennica 13: 59-63.

Sutter, E. 1957. *Radar als Hilfsmittel der Vogelzugforschung.* Orn. Beob. 54: 70-96.

Tinbergen, L. 1956. *Field observations of migration and their significance for the problem of navigation.* Ardea 44: 231-235.

Vleugel, D. A. 1954. *Waarnemingen over de nachttrek van lijsters (Turdus) en hun waarschijnlijke oriëntering.* Limosa 27: 1-19.

Wagner, H. O. 1937. *Der Einfluss von Aussenfaktoren auf den Tagesrhythmus während der Zugphase.* Vogelzug 8: 47-54.

N° 18. **H. Ursprung,** Zürich. — Untersuchungen zum Anlagemuster der weiblichen Genitalscheibe von *Drosophila melanogaster* durch UV-Strahlenstich.

(Aus dem Zoologisch-vergl. anatomischen Institut der Universität Zürich.)

1. Einleitung und Problemstellung.

Bei *Drosophila melanogaster* entstehen innere und äussere Geschlechtsorgane —mit Ausnahme der Gonaden— sowie die den After umgebenden Analplatten aus der Genitalscheibe (Dobzhansky, 1930). Durch Transplantation von Scheibenfragmenten aus verpuppungsreifen Larven in die Körperhöhle gleichalteriger Tiere konnten Hadorn und Gloor (1946) auf der weiblichen Genitalscheibe ein Mosaik von Anlagebezirken für die einzelnen Strukturelemente des Geschlechtsapparates nachweisen. Hadorn, Bertani und Gallera (1949) bestätigten diese Befunde an der männlichen Scheibe und fanden weiter, dass die Anlagebezirke regulationsfähige embryonale Felder darstellen. Schiesslich wurde an der weiblichen Scheibe die Feldnatur der Spermathekenanlage nachgewiesen (Hadorn und Chen, 1956).